

Concepciones de tecnología: aproximaciones para el estudio en ingeniería

Conceptions of technology: approaches to study in engineering

Concepções de tecnologia: abordagens para o estudo em engenharia

Milena Ramallo¹, Elida Clara Repetto², Rosa Giacomino³, Gerardo Denegri⁴,
Marisa Zimmer⁵, Mariela Marone Varela⁶, Romina Orlando⁷, Esteban Cuerda⁸ y
María Eugenia Lardit⁹

Enviado: 17/10/2020

Aprobado: 04/10/2020

DOI:10.25087/resur9.10a4

Resumen:

Los modelos que presentan una visión lineal, acumulativa y determinista de los estudios de la Tecnología han intentado ser superados por otros que proponen nuevas herramientas teóricas para repensar la relación: Tecnología y Sociedad. Desde estas perspectivas, el análisis de la evolución de un artefacto no se detiene solo en su diseño,

¹ Magíster en Ciencias Sociales, Mención Educación (FLACSO-Sede Argentina), Profesora en Ciencias de la Educación (Universidad Nacional de Córdoba). Profesora Titular y Directora de Cátedra de Ingeniería y Sociedad. Directora de la Unidad Docente Básica Cultura e Idiomas. Es Investigadora en la Facultad Regional Buenos Aires (Universidad Tecnológica Nacional) - mramallo@frba.utn.edu.ar

² Titular y Directora de Cátedra de Ingeniería y Sociedad en la Facultad Regional Buenos Aires, Universidad Tecnológica Nacional. Argentina. Es historiadora e investigadora y publicó varios trabajos sobre ciencia y tecnología - erepetto@frba.utn.edu.ar

³ Magister en Metodologías y Tecnologías de la Formación en Red (Univ. de Verona). Profesora Asociada e investigadora en la Cátedra de Ingeniería y Sociedad en la Facultad Regional Buenos Aires, Universidad Tecnológica Nacional. Argentina - rgiacomino@frba.utn.edu.ar

⁴ Profesor Adjunto de las cátedras de Ingeniería y Sociedad de la UTN FRBA y UTN FRLP. Profesor Adjunto en la Facultad de Periodismo, UNLP. Integrante en proyectos de Investigación de la Facultad Regional La Plata y de la Facultad Regional Buenos Aires. Profesor en Historia, UNLP UTN FRBA y UTN FRLP y en proyectos de investigación en la UNLP - gdenegri@frba.utn.edu.ar

⁵ Profesora de Ingeniería y Sociedad en la Facultad Regional Buenos Aires (UTN). Investigadora categorizada por la SPU desde el año 2013 - marisa.zimmer@frba.utn.edu.ar

⁶ Licenciada y Profesora en Filosofía (USAL) Postítulo de experticia en Educación Superior y Nuevas Tecnologías (Ministerio de Educación). Es formadora de docentes en el Instituto terciario Santa Ana y San Joaquín. Profesora e investigadora en la UTN FRBA - mmaronevarela@frba.utn.edu.ar

⁷ Profesora de Enseñanza Media y Superior en Historia, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires. Diplomado Superior en Ciencias Sociales con mención en Gestión de las Instituciones Educativas, FLACSO. Profesora Adjunta de la materia Ingeniería y Sociedad, UTN FRBA. - rorlando@frba.utn.edu.ar

⁸ Profesor de la asignatura de Ingeniería y Sociedad, en la Facultad Regional La Plata (UTN). Es Profesor de la materia Identidad, Estado y Sociedad en Argentina y América Latina, de la Facultad de Bellas artes y Museo (UNLP) - estebancuerda@gmail.com

⁹ Docente de la asignatura Evaluación y Gestión de Proyectos de Ingeniería Sustentable, de Ingeniería Mecánica, Facultad Regional Buenos Aires (UTN) - mlardit@frba.utn.edu.ar

sino que lo hace especialmente en su significado simbólico, en la función y en el valor de uso que le otorga una sociedad. Las diversas concepciones que los sujetos construyen de la tecnología condicionan sus prácticas y algunas pueden ser facilitadoras, pero también, pueden ser un freno para comprender los múltiples significados e implicaciones que este conocimiento puede generar en interacción con la sociedad. Una condición importante a tener en cuenta a la hora de evaluar las concepciones en general y como en nuestro estudio, las concepciones de tecnología en particular, es considerar la inclusión de niveles de investigación múltiples que aporten una mirada más completa y enriquecedora a través de estrategias cualitativas y cuantitativas de estudio. El análisis que presentamos permite vislumbrar la trama compleja del estudio de las “concepciones” como objeto de estudio, además reconocer las características propias que supone el proceso de construcción de los instrumentos metodológicos y las dificultades planteadas en torno a la medición.

Palabras clave: Tecnología, Concepciones, Ingeniería, Universidad, Sociedad.

Abstract:

Models that present a linear, cumulative and deterministic view of technology have tried to be surpassed by other studies that propose new theoretical tools to rethink the relationship: Technology and Society. From these perspectives, the analysis of the evolution of an artifact does not stop only in its design, but does so especially in its symbolic meaning, in the function and in the value of use granted to it by a society. The various conceptions of technology that people create condition their practices and some can be facilitating, but they can also put a stop to understand the multiple meanings and implications that this knowledge can generate in its interaction with society. An important condition to consider when evaluating conceptions in general and as in our study, the conceptions of technology in particular, is to consider the inclusion of multiple levels of research that provide a more complete and enriching look through qualitative and quantitative study strategies. The analysis we present allows us to glimpse the complex plot of the study of "conceptions" as an object of study, in addition to recognizing the characteristics of the process of building methodological instruments and the difficulties raised around its measurement.

Keywords: Technology, Conceptions, Engineering, University, Society.

Resumo:

Os modelos que apresentam uma visão linear, cumulativa e determinista dos estudos de Tecnologia têm tentado ser superados por outros que propõem novas ferramentas teóricas para repensar a relação: Tecnologia e Sociedade. A partir destas perspectivas, a análise da evolução de um artefato não se detém apenas em seu design, mas especialmente em seu significado simbólico, sua função e o valor de uso que uma sociedade lhe confere. As diversas concepções que os sujeitos constroem da tecnologia condicionam suas práticas, e algumas delas podem ser facilitadoras, mas também podem ser um freio para entender os múltiplos significados e implicações que este conhecimento pode gerar na interação com a sociedade. Uma condição importante a ser levada em conta ao avaliar as concepções em geral e, como em nosso estudo, as concepções de tecnologia em particular, é considerar a inclusão de múltiplos níveis de pesquisa que proporcionem uma visão mais completa e enriquecedora através de estratégias de estudo qualitativas e quantitativas. A análise que apresentamos nos permite vislumbrar a complexa teia do estudo das "concepções" como objeto de estudo, além de reconhecer as características do processo de construção dos instrumentos metodológicos e as dificuldades colocadas pela medição.

Palavras-chave: Tecnologia, Concepções, Engenharia, Universidade, Sociedade.

La complejidad del objeto de estudio: la tecnología

Desde las perspectivas deterministas de la tecnología, la innovación tecnológica es la causa de los cambios sociales y a partir de este supuesto el cambio tecnológico es entendido de una manera lineal y unidireccional. En este sentido, la tecnología es neutral, universal, autónoma y casi biológica. En la práctica, se sostiene la separación tajante entre los problemas sociales y los tecnológicos. Los seres humanos son observadores de ese proceso evolutivo y natural, denominado: tecnología. La tecnología funciona por su propia fuerza interna y puede moldear a la sociedad para que ésta se ajuste a sus patrones. Este enfoque es también reduccionista, es decir, la tecnología se

ha reducido a su valor instrumental o artefactual como simples herramientas construidas para un conjunto de tareas. Al omitirse en los procesos de construcción de la sociedad, esta visión no posibilita realizar otro tipo de análisis, en los que se puedan identificar a las tecnologías con ámbitos de actuación política, de participación en red, entre otros, o incluso con intereses sociales, económicos y políticos de quienes diseñan, desarrollan, financian y evalúan la tecnología (Winner, 1987, González García, López Cerezo, Luján López, 1997, Thomas, 2011). Las lógicas de producción de la tecnología son desconocidas y las consecuencias de sus usos son responsabilidad de los sujetos, de sus acciones y no del sistema tecnológico que le dio origen.

Otras líneas de pensamiento definen a la tecnología como ciencia aplicada, un conocimiento práctico que se desprende directamente de la ciencia y del conocimiento teórico. De este modo, las teorías son entendidas como enunciados que buscan la explicación, a través de fundamentos causales y del mundo natural. Son racionales, objetivas y neutrales. El desarrollo de la ciencia es un proceso progresivo y acumulativo, que se articula con teorías. Estas teorías son previas a cualquier tecnología, de manera que no es posible la existencia de tecnología sin teoría, pero sí de teorías que no requieran de tecnologías (González García, López Cerezo, Luján López, 1997).

A pesar de que durante muchos años las ciencias sociales abordaron la relación tecnología y sociedad desde diversas posiciones deterministas, surgieron otros enfoques que, a nuestro entender, proponen miradas superadoras de las limitaciones lineales, reconociendo la existencia de dinámicas de integración en sistemas sociotécnicos y procesos de resignificación de tecnologías. Estos enfoques fueron sintetizados por ciertos autores, quienes exponen que más allá de las restricciones e inconsistencias que presentan las concepciones de tecnología cuando son puestas en uso, las nuevas visiones suponen repensar el concepto (Thomas, 2011) y es en el marco de contextos altamente cambiantes, cuando a partir de los 60 surgen diversas conceptualizaciones referidas a las tecnologías como apropiadas, democráticas, intermedias, alternativas, entre otras.

En este trabajo, destacaremos a continuación dos conceptos que ponen de relieve las interrelaciones entre la Ciencia y la Tecnología y los matices de las relaciones entre la tecnología y las acciones humanas, que son, al mismo tiempo, sociales y tecnológicas:

- El concepto de “tecnologías entrañables” de M. Quintanilla (2017): combina tanto las propiedades estrictamente técnicas, como las propiedades de carácter social, económico, moral, político, etc.
- El concepto de “tecnociencia” de E. Echeverría (2003): muestra cómo las interrelaciones Ciencia-Tecnología se hicieron cada vez más estrechas. Esta noción fue mostrando una relación simbiótica entre la ciencia y tecnología que transforma el mundo productivo-empresarial y la sociedad en general.

Finalmente, este artículo presenta la metodología de evaluación de las concepciones de tecnología, describiendo los instrumentos aplicados, aspectos relacionados con las dificultades sobre la validez y confiabilidad, dada la complejidad que supone el objeto de estudio.

Aportes teóricos para el estudio del desarrollo tecnológico

La caracterización determinista de la tecnología está muy difundida en la sociedad y considera que “en el trasfondo de las concepciones pesimistas sobre la tecnología subyace siempre una visión de ésta y su desarrollo, caracterizada por el determinismo tecnológico y la idea de autonomía de la técnica” (Quintanilla, 2017, p. 16). Así, esta concepción determinista contribuye a construir los mitos tecnológicos que están ampliamente difundidos incluso en los estudiantes. Por ejemplo, el mito de las máquinas pensantes que supone el reemplazo del pensamiento humano por el pensamiento de las máquinas; el mito de la rebelión de las máquinas, como versión actualizada del aprendiz de brujo. Lo que subyace a este mito es justamente que la tecnología es autónoma e independiente de la voluntad humana. Y, sobre todo, el mito de la neutralidad de la tecnología que señala a los usuarios, los inventores o los promotores como los responsables de la bondad o perversidad, quitándole a la tecnología el componente humano.

La asociación entre tecnología y ciencia aplicada es una confusión que proviene de la misma naturaleza de lo tecnológico. Al respecto, frente el enfoque intelectualista (tecnología es ciencia aplicada) y el enfoque pragmatista (los conocimientos científicos

fundamentan los conocimientos obtenidos mediante la práctica), la postura correcta sería reconocer la especificidad de la tecnología, como las manifestaciones artísticas o la ciencia. (Quintanilla, 2017). Por un lado, está la dependencia que la tecnología tiene del conocimiento científico y al que, a su vez, condiciona, como ya se dijo. Por otro, el desarrollo de tecnología está sostenido por la vigencia de determinados valores en la sociedad, a la que, al mismo tiempo, modifica a través de sus productos y procesos. La innovación, al generar nuevas posibilidades y realidades, altera los sistemas de preferencias y lleva a cambiar los sistemas de valores. Y de esa manera afecta a la cultura de forma continua y sistemática, promoviendo la interdisciplinariedad y la necesidad de buscar criterios para evaluar cómo intervenir en la realidad previendo las consecuencias a futuro.

Otra cuestión muy transitada por los especialistas y que también está muy asociada a la tecnología es la idea de progreso. ¿Existe el progreso tecnológico? Y si existe, ¿cómo medirlo? El progreso tecnológico es una consecuencia del empleo del criterio de eficiencia en la evaluación de tecnología y como tal se trata de un criterio intrínseco o interno. El progreso se puede dar por la aparición de nuevas técnicas o por la mejora en la eficiencia de las técnicas. Planteándose desde un enfoque filosófico, el progreso es acumulativo, no teleológico, no se mide por la distancia a una meta. Y es una consecuencia de la búsqueda de eficiencia. Sin embargo, los criterios internos de evaluación de tecnología no son suficientes. Son necesarias valoraciones externas de carácter económico, social, moral o político. Debido a esto, el desafío de los programas I+D es compatibilizar el interés científico y tecnológico con su utilidad social. (Quintanilla, 2017).

La condición alienante de ciertas tecnologías actuales es más que la máquina autoritaria de Mumford, porque en el presente las tecnologías son más ubicuas e impenetrables. Actualmente los usuarios (no solo el productor o diseñador) forman una parte importante de cualquier sistema técnico. Sin embargo, se produce una doble dependencia: el operador del sistema que produce una serie de interacciones por el mismo uso no puede modificarlas ni escapar de ellas. Esa es la fuente de la alienación tecnológica que se asienta sobre la opacidad del diseño de los sistemas (ocultamiento de su función, estructura, del propósito al que sirve y sus prestaciones) y la simplificación de los criterios de evaluación.

Es posible, entonces concebir un modelo alternativo que evite la alienación, es decir que tengamos tecnologías que podamos controlar y al mismo tiempo hacernos responsables de sus desarrollos e impactos. De allí la importancia de los criterios de evaluación, ya que en un desarrollo tecnológico el recorrido no es lineal y en cualquier punto se puede iniciar una trayectoria nueva.

Los criterios de evaluación de tecnologías entrañables se podrían representar en tres ejes: moral (participativas, sostenibles, responsables), estructural (dóciles, limitadas, recuperables, reversibles) y cultural (abiertas, polivalentes, comprensibles). En esta propuesta supera a los criterios de evaluación anteriores ya que combinan propiedades técnicas con propiedades sociales, políticas, morales, económicas, etc. Pero puntualiza: “Es un modelo compatible con diferentes sistemas de valores, pero no es incompatible con un objetivo que persiga el crecimiento de la riqueza o el funcionamiento de una economía de mercado regulada. Es preciso señalar que aún no se pueden estimar las consecuencias en un entorno altamente competitivo” (Quintanilla, 2017, p.51).

El concepto de tecnociencia en la sociedad del conocimiento

La sociedad contemporánea está definida por la información y la comunicación. El surgimiento de la TICs y de sus aparatos tecnológicos más característicos, como la radio, la televisión, la computadora, el Internet, las redes sociales, las tecnologías multimedia, los videojuegos, las simulaciones informáticas, la realidad virtual, los satélites, así como todo lo que uno produce y genera en la red, han modificado no sólo las cuestiones productivas, sino las propias relaciones sociales, incluso la realidad del entorno vital y urbano del propio ser humano. Esta consolidación de la sociedad de la información tiene sus orígenes en el último cuarto del siglo XX, donde aparece lo que se denomina “*tecnociencias*”, término acuñado por J. Echeverría (20013). De esta manera supera la clásica idea sobre tecnología como ciencia aplicada y va más allá ya que estas tecnociencias modifican el mundo social, no sólo la naturaleza. Los cambios gnoseológicos que provocan las revoluciones tecnocientíficas son instrumentales. Si los cambios no generan desarrollo tecnológico e innovación, no son entendidos como cambios tecnocientíficos, sino únicamente científicos. La tecnociencia es una nueva modalidad de poder, que se plasma en la organización de los sistemas de ciencia y

tecnología en los diversos países. Por ello está estrechamente vinculada al poder político, económico y militar.

El surgimiento de la tecnociencia fue posible gracias a la aparición de la informática y es una fase superior de lo que Echeverría considera la Big Science, surgida al calor de la finalización de la Segunda Guerra Mundial y su principal objetivo es la innovación productiva, para lo cual requiere cuantiosas sumas de dinero en inversión inicial, que generalmente son aportadas por agentes privados. De allí que lo fundamental de la tecnociencia es la relación total que hay entre ciencia, tecnología y empresa donde la producción de conocimiento científico y tecnológico se convierte en un nuevo sector económico: no sólo cabe hablar de industrias tecnocientíficas, como ocurría en el caso de la *macrociencia*, sino de un nuevo sector mercado en el que compiten diversos tipos de empresas (públicas y privadas, industriales e informacionales, grandes o pequeñas). Por ello, el énfasis está puesto en “las relaciones entre ciencia y tecnología proceden de la sociedad industrial y se vieron considerablemente reforzadas con la emergencia de la macrociencia. En el caso de la tecnociencia, la interdependencia entre ciencia y tecnología es prácticamente total” (Echeverría, 2013, p. 38).

Al mismo tiempo, las tecnociencias permitirán el surgimiento y la consolidación de la informática, y, por ende, de la sociedad del conocimiento de la que hoy formamos parte. Este mundo moldeado al calor de las TICs presenta un desafío tremendamente amplio, no sólo en el mundo de la sociología y las relaciones sociales, sino también en el mundo de la educación. Gran parte de la actividad educativa ya sea desde el sector docente, hasta el propio estudiante, está atravesada por esta nueva sociedad contemporánea y la forma en que ellas se relacionan con las TICs, la forma en que las mismas complejizan la actividad pedagógica, y las relaciones de este entramado en el mundo económico y productivo moderno.

Es necesario entender que la tecnociencia ha modificado la estructura de la empresa moderna, diferenciándola de sus antecesoras. Esta nueva empresa se caracteriza por contar en su interior con investigadores científicos, ingenieros y técnicos, pero incluye también otro tipo de equipos: gestores, asesores, expertos en marketing y en organización del trabajo, juristas, aliados en ámbitos político-militares, entidades financieras de respaldo, etc. El agente tecnocientífico tiene una estructura

propia, porque nunca está formado por un solo individuo ni tampoco se reduce a un grupo de científicos, ingenieros y técnicos. En el interior de las empresas tecnocientíficas, y como componentes indispensables de las mismas, se incluye una gran diversidad de expertos que desempeñan tareas imprescindibles.

Es por eso, que es necesario entender la importancia de la tecnología en el mundo moderno, de las nuevas estructuras empresariales y de sistemas productivos, y como todo eso influye en el estudiante de hoy en día y en la mirada del mundo contemporáneo que tienen los docentes que forman estudiantes que van a incorporarse a esta nueva organización social.

Investigaciones sobre concepciones de tecnología de los docentes y estudiantes

En la vasta cantidad de estudios relevados, el objeto de análisis pone el énfasis en los diversos significados de la tecnología y sus conexiones con la ciencia. Las concepciones de tecnología más predominantes son diversas: abarcan las visiones instrumentales de la tecnología, la tecnología como ciencia aplicada y consecuente de la ciencia básica (González García et al. 2004; Cardoso-Erlam, Morales-Oliveros, 2017), la tecnología subordinada a la ciencia o excesivamente dirigida por ésta, como también la vinculación con las actividades de investigación y desarrollo (I+D) (Acevedo Díaz, Vázquez Alonso, Manassero y Acevedo Romero, 2003; Cachapuz, A. et al., 2005).

Otro tema muy presente que hemos detectado es la problemática de la clasificación de las concepciones de tecnología. Entre las clasificaciones más difundidas y aceptadas destacamos: las concepciones de profesores universitarios se asocian con nociones de la tecnología como *acción discursiva*, como *acción práctica*, como *acción sociocultural* y como *acción utilitaria*. Cada una de estas concepciones pone el acento en aspectos diferentes de la relación entre la ciencia y la tecnología. La acción discursiva atiende la especificidad del conocimiento tecnológico. La acción práctica incluye la reflexión sobre sus procedimientos y actividad. La acción sociocultural incluye la reflexión sobre las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad (C-T-S), y el cuestionamiento sobre los intereses, los valores y las políticas. La acción utilitaria se relaciona con la producción de herramientas y artefactos.

En cuanto a las visiones de ciencia y tecnología que aparecen asociadas con la del sujeto de la acción, se habla de ciencia y de tecnología como si siempre fueran realizadas por sujetos distintos: el científico como alguien que sólo hace ciencia y el técnico sólo tecnología. Es en estas visiones donde se deja entrever una concepción lineal sobre ciencia y tecnología. El planteo parte de la dependencia unilateral Ciencia y Tecnología (C-T) y de la idea de la tecnología vinculada a los artefactos, facilitando por un lado hacer ciencia y por otro, en la vida cotidiana, alcanzar un mayor confort (Cardoso-Erlam, Morales-Oliveros, 2017).

En otros estudios (Rozo Sandoval, Bermúdez, 2015) el análisis de las relaciones entre la tecnología y las áreas de conocimiento como la matemática, educación ética, ciencias sociales, lengua, otras, se pone de manifiesto como tema de interés. En su mayoría, esas investigaciones contienen diversas interpretaciones acerca de cómo los profesores hacen uso de la tecnología en su sentido instrumental, basando su enseñanza en la aplicación de programas de computadoras de uso básico y también general. Resulta interesante señalar, las ideas arraigadas de la tecnología en tanto recurso o estrategia didáctica, cuya finalidad principal es brindar respuestas y soluciones, o transcribir textos del papel a la máquina, o incluso para buscar información en internet.

Si bien es numeroso el registro de investigaciones que destacan las concepciones instrumentales, también es posible reconocer aquellas que definen a la tecnología como mediación de experiencias: más precisamente como espacio en el que se realizan prácticas educativas para uso de entornos virtuales de aprendizaje, plataformas virtuales, o el diseño de objetos virtuales de aprendizaje. En estas prácticas, la tecnología se relaciona con la capacidad de innovación y de creatividad, porque supone un proceso socio-tecnocultural y una oportunidad para realizar prácticas investigativas, mediante la experimentación en laboratorios, los trabajos con aulas virtuales y visitas a lugares de difusión cultural y científica.

En síntesis, el relevamiento y la sistematización lograda permitió arribar a ciertas consideraciones: las concepciones de profesores y estudiantes sobre la actividad científico-tecnológica y sus relaciones con la sociedad poseen fuertes limitaciones desde el punto de vista conceptual. Esto se debe a la marcada tendencia de tales concepciones hacia visiones instrumentales de la tecnología (Armas Crespo, Morell Alonso, Riol Hernández, 2017) por encima de otras que integren las relaciones con el contexto social

como marco de participación situado y atravesado complejamente por dimensiones tales como políticas, culturales, económicas, ideológicas e incluso hasta de la propia tecnología. En este sentido, estas visiones restringidas y deformadas sobre la práctica tecnológica pueden un alcance limitado y sesgado de su posible contribución a la formación integral de los estudiantes. En esta acotada revisión bibliográfica, resulta llamativo que el gran número de investigaciones sobre opiniones, actitudes y creencias hacia la ciencia y la tecnología, tomen el concepto de tecnología de manera acotada o restringida a artefactos digitales de consumo masivo.

La discusión conceptual sobre las “concepciones”

La noción de “concepciones” ha sido abordada ampliamente en el paradigma de investigación de la psicología social y de la psicología educativa, preocupado principalmente por el estudio del pensamiento de los sujetos en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Por lo general, la noción de concepciones mantiene estrechos lazos con las ideas que hacen hincapié en el anclaje social de las concepciones, tales como representación social o como producto de metasistemas de relaciones sociales (Molpeceres, Chulvi, Bernad, 2004). Los referentes teóricos que se ocuparon del análisis de las prácticas educativas, entendieron que el término *concepciones* suele adquirir, con frecuencia, connotaciones similares y en muchas ocasiones esos significados se acercan a las “teorías implícitas”, o a las “creencias”, como así a las “suposiciones” (Ponte, 1999, Carneiro y Lupiáñez Gómez, 2016), conceptos, significados, reglas, proposiciones, imágenes mentales, preferencias, etc., configurando cómo las personas se enfrentan a diferentes fenómenos (Thompson, 1992). En cambio, otros autores (Contreras, 1998, Ponte, 1999) definen que las concepciones son “marcos organizativos” que sustentan los conceptos y por ende poseen un aspecto cognitivo y metacognitivo, difíciles de ser observables.

Para varios autores, la importancia del estudio de las *concepciones* y el de su uso está dada por su amplitud y su adecuación al explicar las creencias humanas sobre la visión del mundo (Barnes, Fives y Dacey, 2015, Philipp, 2007). Las representaciones implícitas o las concepciones de las personas controlan sus actos y constituyen el principal recurso de aprendizaje y de acción (Pozo, Scheuer, Mateos y Pérez Echeverría, 2006). En este sentido, un presupuesto importante que subyace a la hora de encarar el

estudio de las concepciones consiste en que para poder modificar las prácticas de las personas es necesario indagar previamente sus concepciones y relacionarlas a su realidad. De este modo, ciertas investigaciones (Rozo Sandoval, Bermúdez, 2015) sostienen que es evidente la relación directa entre las concepciones, las prácticas y los usos.

Asimismo, parece haber consenso acerca del origen de las concepciones: *cómo surgen y cómo adquieren sentido*. Las posiciones teóricas más relevantes fundamentan que las concepciones forman parte de un proceso de construcción que hace el sujeto. Éstas se construyen y se originan en entornos sociales que se fundamentan en la experiencia y se interrelacionan en situaciones culturalmente compartidas. El carácter social de las concepciones se destaca como uno de sus rasgos esenciales. Las concepciones se construyen en interacción con otros, de esta manera nuestra visión de la realidad está influida directamente por el entorno que nos rodea (Pozo, 2006; Van den Berg, 2002). Una de las líneas de investigación en psicología educativa muy recurrente en el estudio de las concepciones es aquella que prioriza el aspecto conductual: identificar actitudes permitiría anticipar comportamientos. En esos estudios, la definición de actitud abarca tres elementos: el cognoscitivo, el afectivo y el conductual (Páramo, Gómez, 1997) y la actitud es entendida como la *predisposición aprendida* para proceder favorable o desfavorablemente con respecto a un determinado objeto (Fishbein y Ajzen, 1975). El elemento conductual se identifica con los modos de actuación del sujeto. El aspecto emocional supone la posición afectiva, es decir los sentimientos, preocupaciones, sensaciones, etc. los cuales definen preferencias o gustos. Y el cognoscitivo alude a los conocimientos y el conjunto de creencias del sujeto y los diversos usos. Los tres elementos poseen igual importancia ya que, independientemente de la conducta del sujeto, al momento elegir, le precederá un conocimiento o creencia, un sentimiento o una emoción, y un repertorio de conductas.

Las técnicas de investigación para el estudio de las concepciones de Ciencia y Tecnología

Los antecedentes que buscaron comprender las decisiones sociales sobre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad utilizaron el cuestionario conocido con el nombre Views on Science-Technology-Society (VOSTS), el cual fue elaborado por Aikenhead,

Fleming y Ryan (1987) en Canadá. Los primeros estudios se focalizaron en la evaluación de las “actitudes” como objeto de investigación. Este instrumento ha tenido sucesivas modificaciones (Aikenhead y Ryan, 1992; Aikenhead, Ryan y Fleming; 1989) incluyendo temas de interés para el campo de estudio CTS. En sus análisis Aikenhead (1988) realizó comparaciones para arribar a la validez de una serie de instrumentos (entre ellos escalas Likert, cuestionarios cerrados de elección múltiple, cuestionarios empíricamente desarrollados, entrevistas, otros). Finalmente concluyó que las entrevistas aportan una gran riqueza de datos, pero demandan mucho tiempo y los “cuestionarios empíricamente desarrollados” de preguntas abiertas y entrevistas son una tercera opción muy conveniente, en los que convergen las ventajas de los cuestionarios cerrados y los beneficios de las entrevistas.

El VOSTS (sus siglas en inglés) continúa siendo el instrumento de mayor difusión y aceptación para las investigaciones de las concepciones, creencias y opiniones acerca de las relaciones CTS (Acevedo, 1996). En el cuestionario el concepto de tecnología aparece como un elemento de la tríada ciencia-tecnología-sociedad.

En Estados Unidos, otros investigadores desarrollaron escalas de actitudes hacia la tecnología, conocidas con el nombre: Technology Attitudes Scale –TAS- (Klerk, W. 1989). Ésta instrumento también se empleó la escala sumativa de Likert (Jeffrey, T. J. 1993) llamada PATT-USA.

El VOSTS además antecedió el Cuestionario sobre la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología denominado Nature of Science and Technology Questionnaire – NSTQ, y su adaptación de Tairab, en 2001 (Brunei, Indonesia).

Los primeros estudios en lengua española que se ocuparon de la evaluación de actitudes haciendo uso de cuestionarios son las investigaciones de Acevedo (1996), Díaz (2002), Manassero (2002), Restrepo (2009). De aquí surge el Cuestionario de Opiniones y Creencias Sobre Ciencia Tecnología y Sociedad (COCTS) como una de las principales contribuciones en la línea de investigación en educación CTS sobre actitudes hacia la tecnología. La estructura de este cuestionario comprende los siguientes temas: definición de ciencia, definición de tecnología, concepto de investigación y desarrollo, relación entre ciencia y tecnología, influencia de la tecnología sobre la ciencia, la ciencia como proceso y la influencia de la tecnología sobre la ciencia. Con respecto a los resultados, éstos están divididos por grupo de

encuestados (alumnos, profesores) y por dimensiones: relación entre ciencia y tecnología, influencia de la tecnología sobre la ciencia, definición de ciencia, definición de tecnología (Acevedo Díaz, Vázquez Alonso, Manassero Mas, Acevedo Romero, 2005).

COCTS: características y dificultades

La mayoría de las características del COCTS están definidas en función de la naturaleza compleja del objeto a evaluar, esto es, en torno a las actitudes hacia las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad. La tecnología en particular, objeto que nos ocupa y preocupa por ser el núcleo de nuestra indagación, supone la inclusión de diversas áreas de conocimientos y los distintos aspectos de la vida humana que se ven reflejados en ella, plantean diversas opciones. Por otro lado, la multiplicidad de componentes que intervienen en las concepciones devela el esfuerzo de una metodología de investigación precisa y confiable. Como consecuencia de esto, hemos resaltado algunos aspectos a tener en cuenta en la determinación de la validez y la fiabilidad del instrumento COTCS, entre ellos:

- *La restricción del significado del término “concepciones” al concepto de “actitud”.* Esta es la posición asumida por Acevedo y Manassero cuando se asume que las concepciones son “una disposición psicológica personal que implica la valoración, positiva o negativa, de un objeto, mediante respuestas explícitas o implícitas, que contienen a la vez elementos cognitivos, afectivos y de conducta” (siguiendo las ideas originales de Eagly y Chaiken, 1993). El concepto de *actitud* posee un componente central que es la valoración afectiva de un objeto que a su vez forma parte su conocimiento,
- *Los instrumentos muestran los prejuicios de sus diseñadores,* por lo que las creencias de los investigadores se imponen implícitamente a los participantes (Lederman, 1992). De esta manera, los resultados muestran que las creencias se ven condicionadas por el instrumento aplicado lo cual dificulta la posibilidad de representar fielmente las propias creencias de los participantes o encuestados.

- *La influencia de la conjetura: la “percepción inmaculada”.* Aikenhead y Ryan (1992) plantearon que el investigador y la persona participante perciben y comprenden de la misma manera el texto de un cuestionario. El acuerdo o la discrepancia con una frase siempre responde a las mismas razones pensadas por los diseñadores del cuestionario.

- *Dificultad para valorar numéricamente los cambios actitudinales.* Los instrumentos normalizados limitan mucho la posibilidad de extraer conclusiones significativas y evaluar los cambios actitudinales, pues es difícil establecer con claridad qué valor numérico corresponde a una actitud “adecuada” o “inadecuada”. Esto se debe principalmente a la escasa validez de contenido, que se ve reflejado en la falta de correspondencia entre lo que se pretende medir y lo que realmente se mide (Aikenhead, 1988; Shrigley y Koballa, 1992).

- En el análisis de las virtudes y los defectos que rastreamos sobre la modalidad de encuesta de opción múltiple, resulta interesante *la idea de “test/re-test” para observar los cambios de las concepciones de los sujetos* (Acevedo, Vázquez Alonso, Manassero, Acevedo Romero, 2005). La trayectoria de este tipo de intervenciones se enmarca en el paradigma de la investigación-acción.

- Hay autores que sostienen que *la encuesta de opción múltiple con varias posibles respuestas permite analizar cualitativamente las opiniones de los sujetos*. El hecho de incorporar un modo de pregunta que permita extraer una gran riqueza de información acerca de las creencias de los encuestados posibilita un análisis estadístico y de porcentaje al momento de interpretar y organizar la información. Por otro lado, este tipo de diseño de los cuestionarios evita que se responda con frases ambiguas o que no aportan datos relevantes dificultando la interpretación de los mismos. (Acevedo, Manassero, 2006).

Consideraciones finales para la reflexión

Los modelos que presentan una visión lineal, acumulativa y determinista de los estudios de la Tecnología han intentado ser superados en las últimas décadas por otros

que proponen nuevas herramientas teóricas para repensar la relación Tecnología-Sociedad. Desde estas perspectivas, el análisis de la evolución de un artefacto no se detiene solo en su diseño, sino que lo hace especialmente en su significado simbólico, en la función y en el valor de uso que le otorga una sociedad.

Echeverría nos presenta un entramado de producciones tecnocientíficas que ponen el énfasis en el nuevo imperativo: la innovación. En este sentido se acerca a la perspectiva de Quintanilla cuando destaca la importancia de la innovación de valores

Ambos plantean como valores vinculados a la práctica en la ingeniería el imperativo de innovar (que no es un imperativo kantiano) y el valor de la eficiencia (para Quintanilla un valor canónico de la tecnología).

Este tema se inscribe en un estudio más profundo de la educación CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) para la formación de ingenieros, en el que se profundiza el conocimiento sobre los enfoques teóricos de la tecnología reduccionistas y superadores. Realizando un análisis de la literatura especializada, el artículo señala los desafíos que demandan los enfoques que muestran la dinámica en las relaciones entre la tecnología y las acciones humanas, así como identifica estrategias de investigación de las concepciones acerca de la tecnología en educación superior. Ha quedado explicitada la necesidad de reforzar aportes del enfoque CTS en la formación de los profesores tanto como de estudiantes a fin de que consigan desarrollar concepciones más informadas y apropiadas sobre CyT y sus relaciones con la sociedad, como parte esencial de la alfabetización científica y tecnológica (Armas Crespo, Morell Alonso, Riol Hernández, 2017). La falta de formación (los no-saberes) conduce a identificar a la tecnología con ciencia aplicada. Hoy en día, a pesar de los esfuerzos, no han sido superadas las concepciones reduccionistas sobre la tecnología y continúa preponderando el conocimiento teórico de la misma y su definición como pericia pragmática.

En primer lugar, el objetivo en esta comunicación nos llevó a determinar a través de la revisión crítica de antecedentes de investigación referidos al tema en cuestión, qué son las concepciones, cuáles son sus distintos significados y cómo se construyen.

En segundo lugar y específicamente en relación con las concepciones de tecnología, se ha obtenido como resultado que existen diversos modos básicos de

plantear qué es la tecnología, y que las estrategias metodológicas de investigación los deberían integrar en los instrumentos necesarios para explorar las concepciones.

Una característica importante para realizar un estudio de las concepciones es considerar la inclusión de niveles de investigación múltiples que aporte una mirada compleja y enriquecedora con estrategias cualitativas y cuantitativas de estudio. También la integración de diversas disciplinas supone un desafío: la noción de concepciones se construye en la articulación de diferentes campos de investigación y perspectivas teóricas. Tomar un marco de referencia de cómo entenderemos a las concepciones para dilucidar sus alcances, pertinencia y posibilidades de metodologías de indagación, será esencial para alcanzar nuestros objetivos y lograr las comprensiones necesarias, evitando ambigüedades y confusiones terminológicas.

Por último, no hemos encontrado diferencias significativas en la concepción de tecnología de docentes y de estudiantes cuando se habla de qué se trata o cuándo se hace uso de ella. El nivel de las concepciones se da de un modo inconsciente, sin una posibilidad de explicitación de los referentes conceptuales de la tecnología, o con nulos procesos de reflexión acerca de su uso y su sentido. Esto nos lleva a pensar que aún hoy las prácticas educativas comprenden la fuerte tendencia de la concepción artefactual o instrumental de la tecnología aislada del contexto sociocultural, respecto a la cual no se formulan preguntas acerca de sus fines o de su relación con la sociedad.

Finalmente, se reconoce que la aplicación del cuestionario COCTS debe realizarse atendiendo a las características particulares de cada nación, país o región, dado que sus resultados pueden presentar diferencias significativas. Asimismo, es importante asumir también, que las limitaciones que plantean las encuestas a la hora de recolectar datos en forma objetiva, o de rescatar el contenido subjetivo de los resultados nos obligan a complementar este instrumento con otros, como las entrevistas, por ejemplo. Por otro lado, se debe tener presente que, una vez recolectados los datos, habrá que contar con métodos y metodologías adecuadas tanto para su interpretación como para la organización de los mismos según criterios conscientemente establecidos.

Referencias bibliográficas

- Acevedo Díaz, J. A., Vázquez Alonso, Á., Acevedo Romero, P., Manassero Mas, M. A. (2005) Evaluación de creencias sobre ciencia, tecnología y sus relaciones mutuas. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS* [en línea]. 2(6), 73-99. Recuperado en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92420603>.
- Acevedo Díaz, J., Vázquez Alonso, A., Manassero Mas, M., Acevedo Romero, P. (2003) Creencias sobre la tecnología y sus relaciones con la ciencia. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 2, Nº 3, 353-376. Recuperado en: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen2/REEC_2_3_9.pdf.
- Acevedo Díaz, J., Vázquez Alonso, A., Manassero Mas, M., Acevedo Romero, P. (2005) Aplicación de una nueva metodología para evaluar las creencias del profesorado sobre la tecnología y sus relaciones con la ciencia. *Revista Educación Química*, año 30 núm. 1. Recuperado en: <http://www.revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/66100/58012>
- Aikenhead, G.S. Fleming, R.W., Ryan, A. (1987). High school graduates 'beliefs about science, technology and society 1. Methods and issues in monitoring students views. *Science Education*, 71(2), pp. 145-161.
- Aikenhead, G. S. (1988). An analysis of four ways of assessing student beliefs about STS topics. *Journal of Research in Science Teaching*, 25 (8), 607-629.
- Aikenhead, G. S. y Ryan, A. G. (1992) The Development of a New Instrument: “Views on Science Technology-Society” (VOSTS), *Science Education* 76(5): 477-491 September 1992. DOI: 10.1002/sce.3730760503.
- Armas Crespo, M., Morell Alonso, D., Riol Hernández, M. (2017) Estudios sociales de ciencia y tecnología y educación posgraduada de docentes noveles, *Revista UNIANDES EPISTEME: Revista de Ciencia, Tecnología e Innovación. vol. 4*, (número 4) (Octubre - Diciembre) pp. 466-476. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6756376>
- Barnes, N., Fives, H. y Dacey, C. M. (2015). Teachers’ beliefs about assessment. En H. Fives y M. G. Gill (Eds.), *International handbook of research on teachers’ beliefs* (pp. 284–300). Londres: Routledge.

- Cachapuz, A., Gil-Perez, D., Pessoa de Carvalho, A. M., Praia, J., Vilches, A. (Eds) (2005) *A Necessária Renovação Do Ensino Das Ciências*, São Paulo, Brasil: Cortez Editora.
https://www.researchgate.net/publication/291833015_A_Necessaria_Renovacao_do_Ensino_das_Ciencias
- Cardoso-Erlam, N., Morales-Oliveros, E. E. (2017). Concepciones de tecnología en docentes universitarios de ciencias. *Revista Científica*, 30 (3), 195-206.
<https://doi.org/10.14483/23448350.12277>.
- Carneiro, R. F., Lupiáñez Gómez, J. L. (2016) Creencias y concepciones de los futuros maestros de primaria sobre las matemáticas, *Revista Eletrônica de Educação*, vol. 10 (1), p. 11-25. <http://dx.doi.org/10.14244/198271991583>.
- Contreras, L. (1998) *Resolución de problemas: un análisis exploratorio de las concepciones de los profesores acerca de su papel en el aula*. Tesis Doctoral, Universidad de Huelva Departamento de Didáctica de las Ciencias y Filosofía.
<https://core.ac.uk/download/pdf/60639549.pdf>.
- Echeverría, J. (1999). Introducción a la metodología de la ciencia. La filosofía de la ciencia en el siglo XX. Barcelona: Cátedra.
- Echeverría, J. (2003): *La revolución tecnocientífica*, Madrid, Fondo de Cultura Económica.
- Echeverría, J. (21 de mayo 2019) "La innovación educativa desde la perspectiva de los estudios de la innovación". Charla en OEI Argentina.
- Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). *Belief, Attitude, Intention and Behavior*. New York: Reading Mass.
- Gardner, P. L. (1996). The dimensionality of attitude scales: a widely misunderstood idea. *International Journal of Science Education*, 18, 913-919.
- González García, m., López Cerezo, j., Luján, J. L. (Editores) (1997): *Ciencia, tecnología y sociedad*, Barcelona, Editorial Ariel.
- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 331-359.

- Manassero Mas, M., Vázquez Alonso, A. (2001) *Opiniones sobre las relaciones entre Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Tarbiya, revista de Investigación e Innovación Educativa [S.l.], n. 27. Recuperado en:
<https://revistas.uam.es/tarbiya/article/view/7314/7640>
- Molpeceres, M.; Chulvi, B.; Bernad, J. (2004) Concepciones sobre la enseñanza y prácticas docentes en un sistema educativo en transformación: un análisis en los PGS. *Centro Interamericano de investigación y documentación sobre formación docente*. Pp. 141-196. España.
- Moralejo, R. O., Cabo, J. M. (2007). Visión de la Tecnología en Estudiantes de Ingeniería en Sistemas de Información en Mendoza – Argentina. *Anales del “IX Workshop de Investigadores de las Ciencias de la Computación” WICC 07*, ISBN 978-950-763-075-0, Trelew, Chubut, Argentina.
- Munby, H. (1997). Issues of validity in science attitude measurement. *Journal of Research in Science Teaching*, 34 (4), 337-341.
- Páramo, P. & Gómez, F. (1997). Actitudes hacia el medio ambiente: su medición a partir de la teoría de facetas. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 29(2), 243–266.
- Philipp, R. A. (2007). Mathematics teachers’ beliefs and affect. En F. K. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 257-315). Charlotte, NC: Information Age Publishing.
- Ponte, J. (1999) Las creencias y concepciones de maestros como un tema fundamental en formación de maestros. Universidad de Lisboa, Portugal.
<http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-sp/Las%20creencias.pdf>.
- Pozo, J. (2006). La cultura del aprendizaje en la sociedad del conocimiento. En J. Pozo, N. Scheuer, M. P., Pérez Echeverría, M. Mateos, E. Martín y M. De la Cruz (Eds.), *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje. Las concepciones de profesores y alumnos* (pp. 29- 53). Barcelona: Graó.
- Pozo, J., Scheuer, N., Mateos, M. y Pérez Echeverría, M. P. (2006). Las teorías implícitas sobre la enseñanza el aprendizaje. En J. Pozo, N. Scheuer, M. P. Pérez Echeverría, M. Mateos, E. Martín y M. De la Cruz (Eds.), *Nuevas formas de*

pensar la enseñanza y el aprendizaje. Las concepciones de profesores y alumnos (pp. 95-134). Barcelona: Graó.

Quintanilla, M. (2017): *Tecnología: un enfoque filosófico*, Buenos Aires, Eudeba.

Quintanilla, M., Parselis, M., Sandrone, D., Lawler, D. (2017): *Tecnologías entrañables, ¿es posible un modelo alternativo de desarrollo tecnológico?*, Madrid, Libros de la Catarata.

Rozo Sandoval, A. C., Bermúdez, M. (2015) Concepciones del área tecnología informática: discusiones desde una investigación reciente. *Revista Nómadas* (Col), (42), abril 2015, pp. 166-179.

Shrigley, R. L. y Koballa Jr., T. R. (1992). A decade of attitude research based on Hovland's learning model. *Science Education*, 76 (1), 17-42.

Thomas, H. (2011): *Tecnologías sociales y ciudadanía socio-técnica. Notas para la construcción de la matriz material de un futuro viable*. Revista do Observatório do Movimento pela Tecnologia Social da América Latina *Ciência & Tecnologia Social*. A construção crítica da tecnologia pelos atores sociais volume 1 - número 1 – julho de 2011 O regime cognitivo-disciplinar diante das conexões entre tecnologia social & sustentabilidade.

Thompson, A. G. (1992) *Teachers' beliefs and conceptions: A synthesis of the research*. Nueva York, NY: Macmillan Publishing.

Van den Berg, B. (2002) Teachers' meanings regarding educational practice. *Review of Educational Research*, 72, 577-625. Doi: 10.3102/00346543072004577

Vázquez Alonso, A., Acevedo Díaz, J., Manassero Mas, M., Acevedo Romero, P. (2006). Actitudes del alumnado sobre ciencia tecnología y sociedad, evaluadas con un modelo de respuesta múltiple. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 8 (2). Recuperado en: <http://redie.uabc.mx/vol8no2/contenido-vazquez2.html>.

Winner, L. (1983 Publicación original) Do Artifacts Have Politics?, en: D. MacKenzie et al. (eds.), *The Social Shaping of Technology*, Philadelphia: Open University Press, 1985.